



Best Available Copy

⑮ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 35 573 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 44 35 573.4  
㉑ Anmeldetag: 5. 10. 94  
㉒ Offenlegungstag: 11. 4. 98

⑤⑦ Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**B 23 Q 17/24**  
B 28 D 7/00  
B 23 B 49/00  
B 23 B 45/14  
B 25 H 7/00  
G 02 B 27/18

DE 44 35 573 A 1

⑦① Anmelder:  
Carl Zeiss Jena GmbH, 07745 Jena, DE

⑦② Erfinder:  
Dorsel, Andreas, Dr.rer.nat., Menlo Park, Calif., US;  
Steiner, Reinhard, Dipl.-Phys., 07747 Jena, DE

⑤④ Vorrichtung zur Markierung mindestens eines Arbeitsbereiches auf einer Arbeitsfläche

⑤⑦ Vorrichtung zur Markierung mindestens eines Arbeitsbereiches auf einer Arbeitsfläche, für ein entlang einer Bearbeitungsachse verschiebliches Werkzeug, insbesondere einen Bohrer, mittels mindestens eines zum Werkzeug ausgerichteten beleuchteten Axicons oder beleuchteten diffraktiv-optischen Elementes (DOE), vorzugsweise unter kollimierter Beleuchtung.

DE 44 35 573 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei der Materialbearbeitung, speziell beim Bohren, ist es wünschenswert, vor dem Absenken des Werkzeugs zu sehen, wo dieses auf das Werkstück treffen wird.

Dies kann zum Beispiel durch einen Lichtstrahl geschehen. Die Bearbeitungsachse selbst steht jedoch meist nicht zur Führung des Lichtstrahls zur Verfügung, so daß aufwendige Strahlumlenkungen erforderlich wären, um den Lichtstrahl auf die Bearbeitungsstelle zu führen.

Falls am Bearbeitungsort, zum Beispiel am Auftreffpunkt der Bohrermitte beim Ausbohren eines vorhandenen Loches, kein streuendes/reflektierendes Material vorliegt, ist der Lichtstrahl noch zu sehen.

Eine Änderung des Arbeitsabstandes führt zu einer unerwünschten Veränderung des Auftreffpunktes.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Arbeitsbereich auf einer Arbeitsfläche weitgehend unabhängig vom Bearbeitungsabstand des Werkzeugs eindeutig zu markieren.

Die Aufgabe wird durch die unabhängigen Ansprüche 1 und 2 gelöst. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Die Erfindung ist besonders vorteilhaft in Verbindung mit Handbohrmaschinen in Bohrständen und Ständerbohrmaschinen einsetzbar. Durch einen einfachen Spanning kann ein definierter Anbau an die jeweilige Werkzeugmaschine(nachse) realisiert werden. Das Verfahren entlang der Bearbeitungsachse führt nicht zu einer verfälschten Auslenkung des Markierungslichtes.

Ein besonders einfacher Aufbau, der zu preiswerten Massenprodukten führen kann, enthält nur die nötigsten drei optischen Komponenten: Eine Punktlichtquelle, beispielsweise eine Laserdiode oder Superlumineszenzdiode, eine Kollimationsoptik, beispielsweise eine Linse, eine Fresnellinse oder eine Spiegeloptik und ein Axicon, beispielsweise einen Kegelstumpf oder ein diffraktiv optisches Element (DOE), bestehend aus äquidistanten Kreiszonen mit Sägezahnprofil.

Die beiden letzteren Elemente können dabei in Spritzguß gefertigt werden.

Auch eine Zusammenfassung einer Fresnellinse und eines DOE-s in einem einzigen Element ist denkbar.

Eine Ausleuchtung von Teilaperturen des Axicons oder DOE-s führt vorteilhaft zu einem Strahlengang, bei dem bei teildiffuser Streuung am Werkstück das reflektierte Licht bevorzugt in Richtung der Augen des Benutzers weiterläuft.

Zusätzliche DOE-s sind denkbar, beispielsweise um ein "Fadenkreuz" auf dem Werkstück zu erzeugen.

Weitere Wirkungen und Vorteile der Erfindung werden nachstehend anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert:

Es zeigen:

Fig. 1 Das Grundprinzip der Erfindung am Beispiel einer an einem Bohrstand verschieblichen Handbohrmaschine,

Fig. 2 Eine Ausbildung mit seitlich der Bearbeitungsachse angeordnetem Axicon oder DOE,

Fig. 3a, b, c, d, e Eine Ansicht der ausgeleuchteten Bereiche in Richtung A in fünf möglichen Varianten,

Fig. 4a, b, c Ausbildung mehrerer DOE-s zur Erzeugung mehrerer Markierungslinien.

In Fig. 1 wird das Licht einer Laserdiode 1 mittels einer Linse 2 kollimiert und über einen mit einem

Durchbruch versehenen Spiegel 3 auf ein koaxial zur Bohrachse an einer an einem Bohrstand 4 verschieblich befestigten Bohrmaschine 5 angeordnetes Axicon oder DOE 6 gelenkt, das einen kegelmantelförmigen Lichteinfall mit endlicher Dicke auf einer Bearbeitungsebene 7 erzeugt. Dieser dient der Markierung des Auftreffpunktes des Bohrers 8, wobei Größe und Lage weitgehend durch die Dimensionierung des Aufbaus festgelegt werden können.

Zur Erläuterung des "Axicons" wird beispielsweise auf "Bauelemente der Optik" von Naumann, Schröder, 5. Auflage, S. 149 (1987) verwiesen.

In Fig. 2 wird das Axicon oder DOE 6 einseitig außerhalb der Laserdiode 1 und einer Linse 9 beleuchtet, wobei kein Umlenkspiegel benötigt wird. Hier ist nur der beleuchtete Bereich des Axicons oder DOE-s dargestellt. Das Zentrum der konzentrischen Zonen des DOE-s liegt auf der Achse des Bohrers. Daß die Markierungslinie nicht bis exakt an die Bohrspitze reicht, ist nicht störend, da normalerweise der Bereich unmittelbar vor dem Bohrer auch für die Beobachtung mit dem Auge abgedeckt ist.

Fig. 3a, b, c, d, e zeigen fünf der zahlreichen Aperturen/ausgeleuchteten Bereiche des Axicons von der Bearbeitungsebene 7 in Richtung des Axicons oder DOE-s.

Fig. 3a zeigt einen halbkreisförmigen Bereich, Fig. 3b eine den typischen Strahlformen kollimierter Laserdioden angepaßte Apertur, Fig. 3c, d, e weitere Aperturen.

Die Anordnung nach Fig. 2 kann vorteilhaft auf der vom Benutzer abgewandten Seite angeordnet werden, so daß sowohl diffus als auch spekulär vom Werkstück zurückgeworfenes Licht zum Auge 10 des Benutzers oder zu Kameras etc. gelangt.

Fig. 4a, b, c zeigt schematisch mögliche Auslegungen einer optischen Struktur aus mehreren DOE-Teilstücken, die mehrere Markierungslinien erzeugt. Dies ist beispielsweise hilfreich, wenn ein vorhandenes Loch aufgebohrt werden soll und die zentrale Markierung nicht sichtbar wird, weil sie in diesem verschwindet.

In Fig. 4a sind mehrere Teilstücke nebeneinander, in Fig. 4b voreinander angeordnet, wobei die Kreiszonen der einzelnen Teilstücke um die jeweils zugehörige der dargestellten Markierungslinien zentriert ist, d.h. in Fig. 4b sind die Zentren der Teilstücke zueinander versetzt angeordnet.

In Fig. 4c ist schematisch die Möglichkeit dargestellt, bei diffraktiven Strukturen die Funktionen auch flächig zu überlagern, das diffraktive Element ist dann das Hologramm der (hier fünf) Markierungslinien.

Bei Verwendung diffraktiver Elemente kann durch ein Bauelement die Kollimation und die Ausbildung des Beleuchtungsfeldes realisiert werden. Dabei kann ein virtuelles Bild der Lichtquelle, das beispielsweise mit einem einfachen Planspiegel erzeugt wird, als Strahlungsquelle verwendet werden.

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Markierung mindestens eines Arbeitsbereiches auf einer Arbeitsfläche, für ein entlang einer Bearbeitungsachse verschiebliches Werkzeug, insbesondere einen Bohrer, gekennzeichnet durch mindestens ein zum Werkzeug ausgerichtetes beleuchtetes Axicon.

2. Vorrichtung zur Markierung mindestens eines Arbeitsbereiches auf einer Arbeitsfläche, für ein entlang einer Bearbeitungsachse verschiebliches Werkzeug, insbesondere einen Bohrer, gekennzeichnet durch mindestens ein zum Werkzeug ausgerichtetes beleuchtetes Axicon.



zeichnet durch mindestens ein zum Werkzeug ausgerichtetes beleuchtetes diffraktiv-optisches Element (DOE).

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch kollimierte Beleuchtung des Axicons. 5

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch kollimierte Beleuchtung des DOE-s.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 3, gekennzeichnet durch ein koaxial zur Bearbeitungsachse angeordnetes Axicon. 10

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2 oder 4, gekennzeichnet durch ein koaxial zur Bearbeitungsachse angeordnetes DOE.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 2, 4 oder 6, gekennzeichnet durch einen DOE-Aufbau aus konzentrischen Kreiszonen mit äquidistanten Radien. 15

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, gekennzeichnet durch Ausbildung der Kreiszonen als Amplitudenzonen oder Phasenzonen mit abgestuftem oder geblaztem Profilverlauf. 20

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–8, gekennzeichnet durch ein seitlich von der Bearbeitungsachse angeordnetes Axicon oder DOE.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–9, gekennzeichnet durch einen durch Axicon oder DOE erzeugten kegelmantelförmigen Lichteinfall, der zumindest teilweise um die Verschiebungsachse herum verläuft. 25

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–10, gekennzeichnet durch kollimierte Ausleuchtung nur eines Teilbereiches des Axicons oder des DOE-s. 30

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–11, gekennzeichnet durch Erzeugung der kollimierten Strahlung durch mindestens ein einer Lichtquelle nachgeordnetes Abbildungselement. 35

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Abbildungselement eine Linse ist. 40

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–13, gekennzeichnet durch ein optisches Umlenkelement zwischen Linse und Axicon oder DOE.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1–14, gekennzeichnet durch eine Kombination mehrerer DOE-s. 45

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

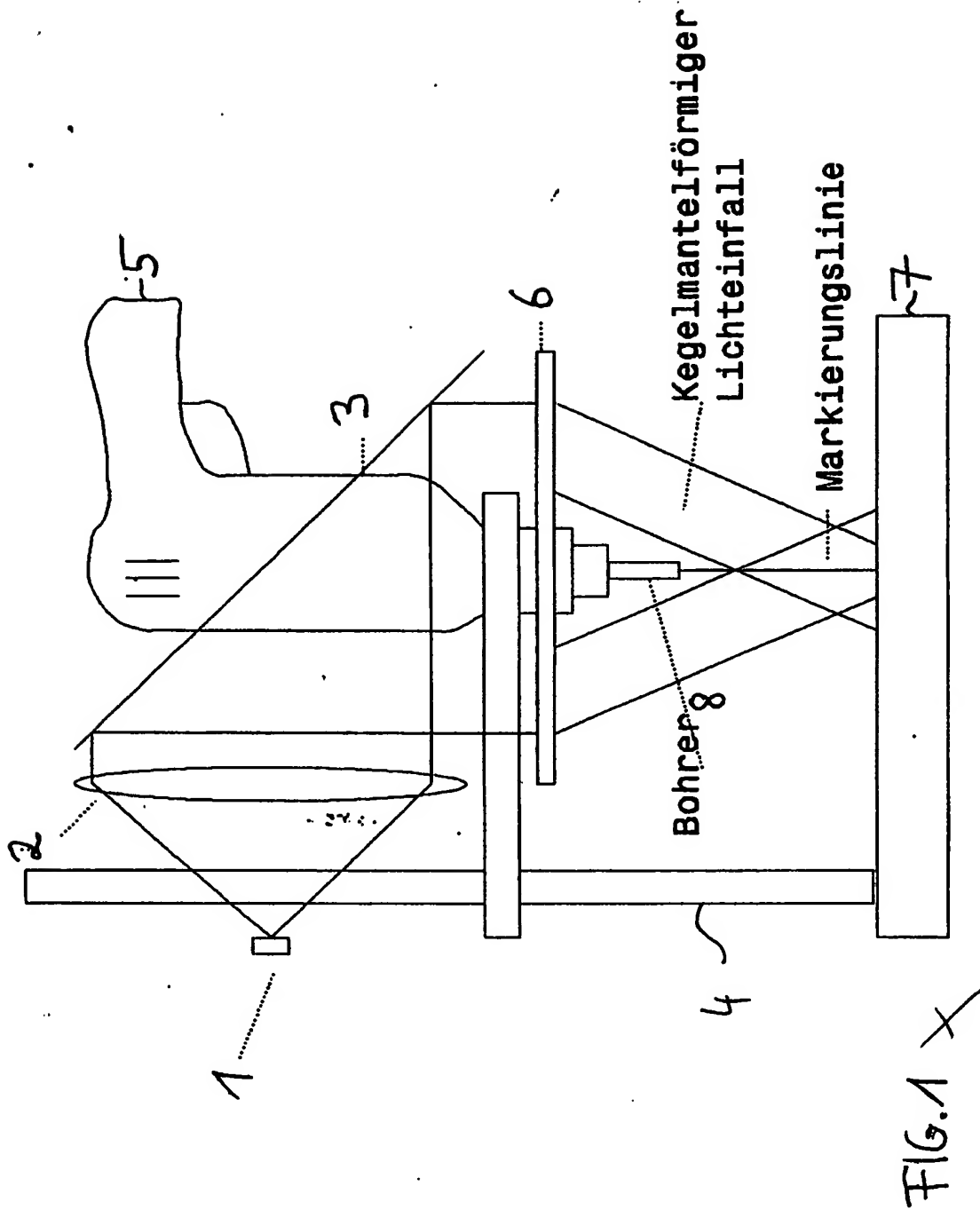
65

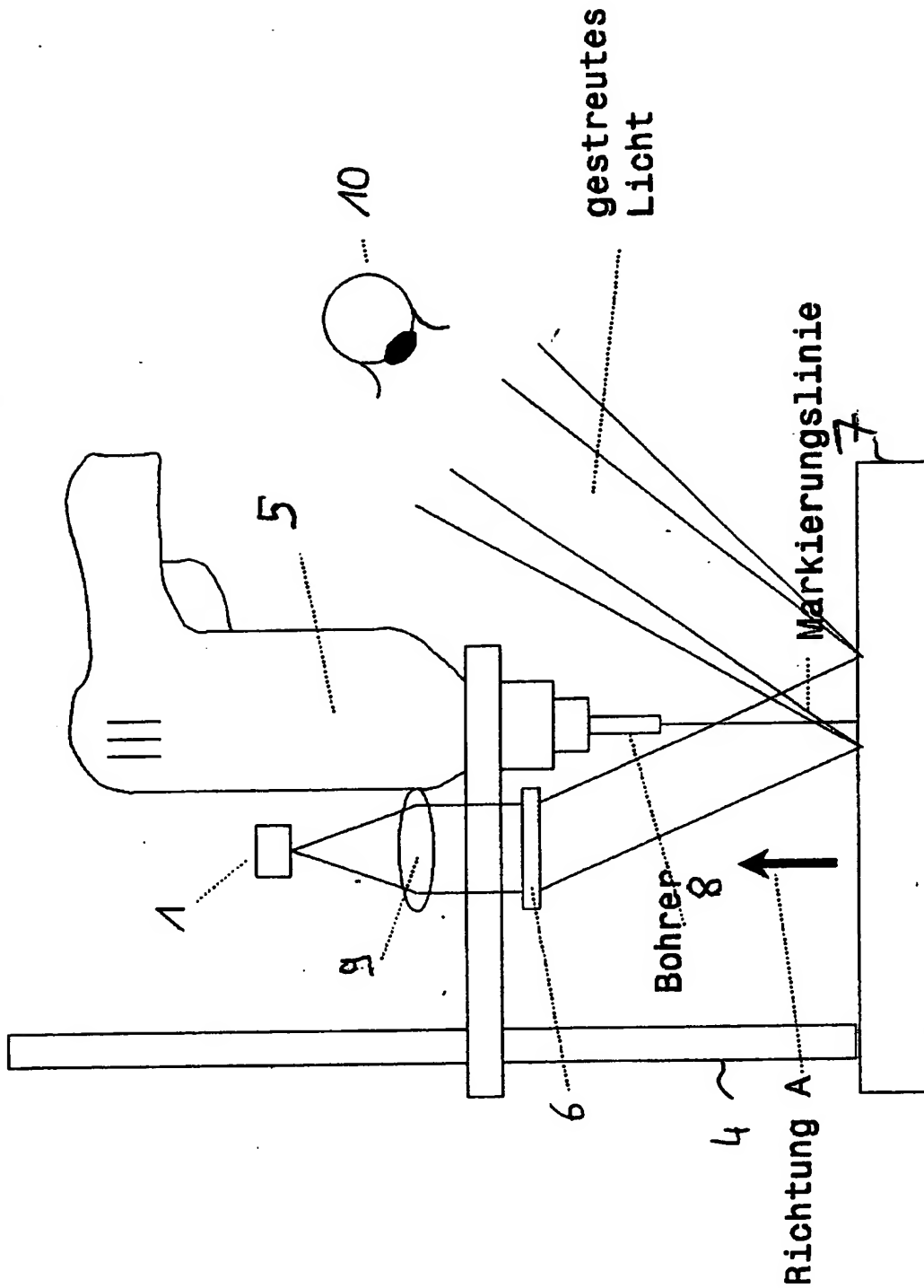


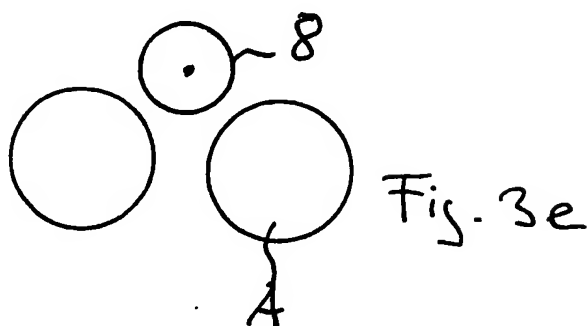
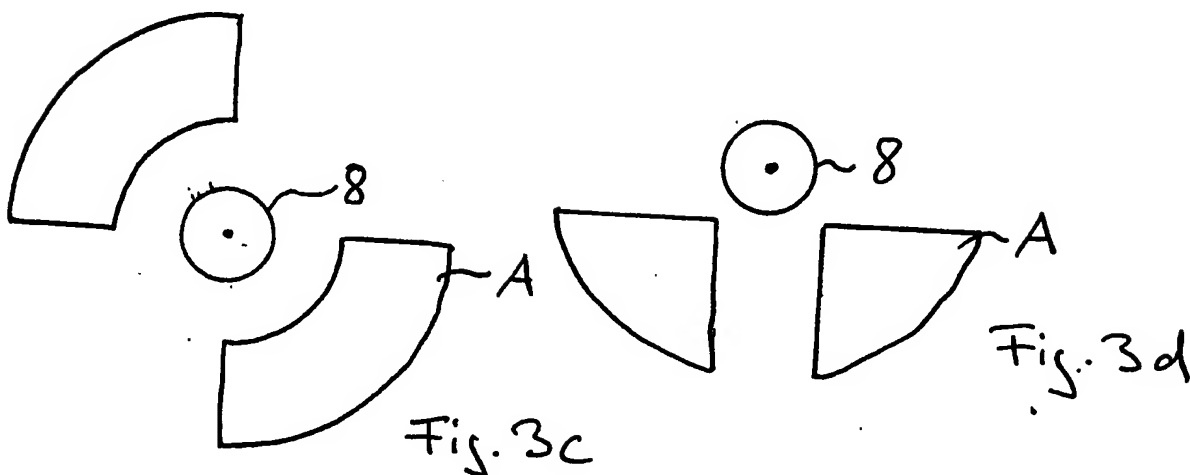
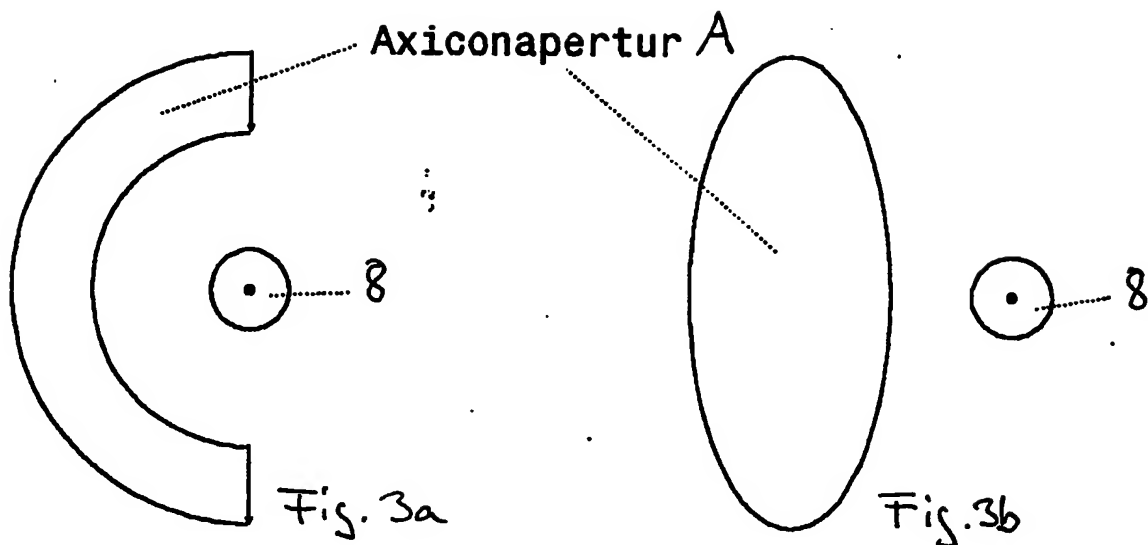
- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Best Available Copy







Zugehörig  
Markierungs-  
linien

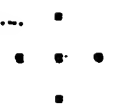
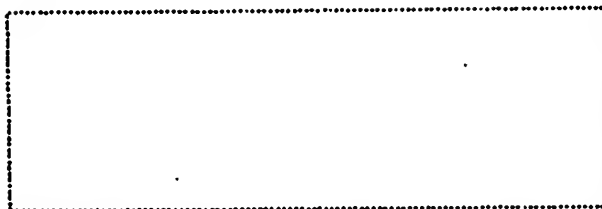


Fig. 4c



Zugehörige  
Markierungs-  
linien




Fig. 4b



Zugehörige  
Markierungs-  
linien




Fig. 4a

